

## Entdichtung als siedlungs- und infrastrukturpolitisches Schlüsselproblem - Ver- und Entsorgungssysteme in der Remanenzkostenfalle?

Siedentop, Stefan

Veröffentlichungsversion / Published Version

Sammelwerksbeitrag / collection article

Zur Verfügung gestellt in Kooperation mit / provided in cooperation with:

Akademie für Raumforschung und Landesplanung (ARL)

### Empfohlene Zitierung / Suggested Citation:

Siedentop, S. (2011). Entdichtung als siedlungs- und infrastrukturpolitisches Schlüsselproblem - Ver- und Entsorgungssysteme in der Remanenzkostenfalle? In H.-P. Tietz, & T. Hühner (Hrsg.), *Zukunftsfähige Infrastruktur und Raumentwicklung: Handlungserfordernisse für Ver- und Entsorgungssysteme* (S. 162-175). Hannover: Akademie für Raumforschung und Landesplanung - Leibniz-Forum für Raumwissenschaften. <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0168-ssoar-280342>

### Nutzungsbedingungen:

Dieser Text wird unter einer Deposit-Lizenz (Keine Weiterverbreitung - keine Bearbeitung) zur Verfügung gestellt. Gewährt wird ein nicht exklusives, nicht übertragbares, persönliches und beschränktes Recht auf Nutzung dieses Dokuments. Dieses Dokument ist ausschließlich für den persönlichen, nicht-kommerziellen Gebrauch bestimmt. Auf sämtlichen Kopien dieses Dokuments müssen alle Urheberrechtshinweise und sonstigen Hinweise auf gesetzlichen Schutz beibehalten werden. Sie dürfen dieses Dokument nicht in irgendeiner Weise abändern, noch dürfen Sie dieses Dokument für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, aufführen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

### Terms of use:

This document is made available under Deposit Licence (No Redistribution - no modifications). We grant a non-exclusive, non-transferable, individual and limited right to using this document. This document is solely intended for your personal, non-commercial use. All of the copies of this documents must retain all copyright information and other information regarding legal protection. You are not allowed to alter this document in any way, to copy it for public or commercial purposes, to exhibit the document in public, to perform, distribute or otherwise use the document in public.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.

*Stefan Siedentop*

## **Entdichtung als siedlungs- und infrastrukturpolitisches Schlüsselproblem – Ver- und Entsorgungssysteme in der Remanenzkostenfalle?**

S. 162 bis 175

Aus:

Hans-Peter Tietz, Tanja Hühner (Hrsg.)

## **Zukunftsfähige Infrastruktur und Raumentwicklung**

Handlungserfordernisse für Ver- und Entsorgungssysteme

Forschungs- und Sitzungsberichte der ARL 235

Hannover 2011

## **Entdichtung als siedlungs- und infrastrukturpolitisches Schlüsselproblem – Ver- und Entsorgungssysteme in der Remanenzkostenfalle?**

### *Gliederung*

- 1 Problemstellung
- 2 Remanenzkosteneffekte beim Betrieb von technischer Infrastruktur
- 3 Entdichtung der Siedlungsstruktur – Modellrechnungen bis 2020
- 4 Dichteziel statt Mengenziel?
- 5 Ausblick

Literatur

### **1 Problemstellung**

Der demographische Wandel wird viele Regionen Deutschlands zu einem weitreichenden Umbau ihrer technischen und sozialen Infrastruktursysteme zwingen. Der Bevölkerungsrückgang unterwandert die ökonomische Tragfähigkeit von Netzinfrastrukturen und sozialen Dienstleistungen und führt zu substanziellen Kostenremanenzen. Als Kostenremanenz (oder Remanenzkosten) wird hier ein Phänomen bezeichnet, wonach die Kosten für die Vorhaltung von Ver- und Entsorgungsleistungen bei rückläufiger Bevölkerungszahl nicht im gleichen Maße sinken, wie sie zuvor bei wachsender Bevölkerungsgröße angestiegen sind. Schon heute lassen sich Gebiete benennen, in denen Remanenzkosteneffekte zu einem spürbaren Anstieg der Gebührenbelastungen der Wasserversorgung und Abwasserentsorgung geführt haben. Die in vielen Regionen anstehende Erneuerung der Leitungsnetze und Anlagen wird zu weiteren Problemen führen. Ohne ein aktives Handeln von staatlichen und kommunalen Akteuren droht ein unkontrollierter Erosionsprozess der Daseinsvorsorge mit gravierenden Effizienzverlusten und Qualitätsverschlechterungen sowie Preissteigerungen für die Nutzer. Im demographischen Wandel verliert die Daseinsvorsorge – hier verstanden als die flächendeckende Versorgung der Bevölkerung mit lebensnotwendigen Gütern und Diensten zu akzeptablen Preisen – ihre bisherige Selbstverständlichkeit (Einig 2008). Die heute auch in ländlichen Räumen fast flächendeckend ausgebauten Systeme zentraler Ver- und Entsorgung werden nicht überall aufrechtzuerhalten sein – das ist die schlechte Nachricht. Die gute Nachricht ist, dass durch eine vorausschauende Politik der Reorganisation von Daseinsvorsorgeleistungen auch in Räumen mit hohen Bevölkerungsverlusten eine Leistungsstabilisierung zu verantwortbaren Kosten für Staat und Gesellschaft möglich erscheint.

Die Aufgabe einer Anpassung der Infrastrukturbestände an sich dynamisch verändernde demographische Bedingungen fordert städtische Räume ebenso heraus wie ländliche Regionen und betrifft soziale und technische Infrastrukturen gleichermaßen. Im Vergleich

zur sozialen Infrastruktur ist die technische Infrastruktur allerdings weit weniger in der Lage, auf rückläufige Nachfragerzahlen mit einer flexiblen Anpassung des Angebots zu reagieren (zur sozialen Infrastruktur siehe Gutsche 2006). Die Notwendigkeit, auch bei rückläufiger Bevölkerung eine flächendeckende Versorgung aufrechtzuerhalten (Versorgungspflicht), die Immobilität und Unteilbarkeit vieler Einrichtungen sowie hohe Fixkostenanteile innerhalb der Kostenstruktur der Ver- und Entsorgungswirtschaft (Marschke 2004: 86) führen zu substanziellen Steigerungen der Pro-Kopf-Kosten. Die Folgen sind erhebliche Effizienzverluste, die bei Aufrechterhaltung der Infrastrukturversorgung in Gebieten mit starken Bevölkerungsverlusten in Kauf genommen werden müssen. Viele der in der laufenden Diskussion um Möglichkeiten der Gewährleistung der Daseinsvorsorge in schrumpfenden Regionen diskutierten Anpassungsoptionen (siehe Abbildung 1) stellen sich für technische Infrastrukturen nicht oder nicht in gleichem Maße.

Bisherige Forschungsarbeiten zeigen, dass die Siedlungsdichte eine wesentliche Einflussgröße für die Effizienz technischer Ver- und Entsorgungsnetze ist (siehe z.B. Koziol, Walther 2006; Schiller, Siedentop 2005; Koziol 2004; Herz et al. 2002). Da die technische Infrastruktur – im Gegensatz zu den meisten sozialen Dienstleistungen – über direkte physische Verbindungen zu den Nutzern verfügt (in Form von Straßen und Leitungswegen), führen Veränderungen der Siedlungsdichte unmittelbar zu Veränderungen der Auslastungssituation der Netze und Anlagen. Sinkt die Dichte unter kritische Schwellen, kann technischen Infrastrukturleistungen sogar die Funktionsuntüchtigkeit drohen. Aber auch oberhalb kritischer Dichteschwellen verursachen Entdichtungsprozesse Mehrkosten, die auf die Gebührenzahler umgelegt werden.

Abb. 1: Anpassungsoptionen von Leistungen der Daseinsvorsorge und ihre Wirksamkeit

Anpassungsoption	Auswirkung auf ...		
	Kosten	Qualität	Erreichbarkeit
Schließung (standörtliche Konzentration)			
Bündelung versch. Einrichtungen (z.B. Sozialzentren)			
Erhöhung der Erreichbarkeit (ÖPNV)			
Dezentralisierung (z.B. „Zwerg-Schulen“)	?	?	
Mobilisierung (z.B. mobile Bibliotheken)			
Substituierung (z.B. E-Governance)		?	
Privatisierung, bürgersch. Trägermodelle	?	?	?
Flexibilisierung (z.B. Öffnungszeiten)			

positiv
  negativ
  keine
   
 ? unklar/uneinheitlich

Quelle: Eigene Darstellung

Vor diesem Hintergrund ist die anhaltend hohe Flächenneuinanspruchnahme bei stagnierenden oder gar sinkenden Bevölkerungszahlen äußerst kritisch zu bewerten, da dies die ohnehin dynamische Entdichtung infolge von Haushaltsverkleinerungen und Steigerungen beim Wohnflächenkonsum weiter beschleunigt. Städte und Gemeinden

sind gefordert, diesem Trend durch eine forcierte Innenentwicklung entgegenzutreten, die nicht nur Investitionserfordernisse für neue Infrastrukturen reduziert, sondern auch die Wirtschaftlichkeit der bestehenden Infrastrukturnetze stabilisiert. Mehr als bei der sozialen Infrastruktur kommt der städtebaulichen Planung daher – neben technischen Um- und Rückbaumaßnahmen – entscheidende Bedeutung für die Erhaltung der Effizienz der Infrastruktur zu.

In diesem Beitrag werden basierend auf Modellrechnungen zur zukünftigen Entwicklung der Siedlungsdichte die aktuellen Trends der Siedlungsentwicklung einer kritischen Bewertung unterzogen. Es wird dargelegt, dass selbst bei Erreichung des 30-Hektar-Ziels der Nationalen Nachhaltigkeitsstrategie mit Effizienzverlusten der Ver- und Entsorgungssysteme und damit einhergehenden Kostensteigerungen gerechnet werden muss. In Abschnitt 2 werden zunächst die generellen Wirkungszusammenhänge bei Herausbildung von Remanenzkostenphänomenen erläutert. Dies basiert auf einer breiten Auswertung bislang vorgelegter Forschungsarbeiten. Abschnitt 3 stellt dann die Ergebnisse alternativer Modellrechnungen vor – gegenübergestellt wird ein Trendszenario, welches einen anhaltend hohen Flächenverbrauch unterstellt und ein Alternativszenario („30-Hektar“), indem die Erreichung des 30-Hektar-Ziels der Bundesregierung angenommen wird. Die Diskussion der Ergebnisse dieser Modellrechnungen mündet in die Formulierung von Handlungsempfehlungen für Länder und Gemeinden (Abschnitt 4). Empfohlen wird die Formulierung eines Siedlungsdichteziels, welches im Gegensatz zum 30-Hektar-Ziel die demographische Entwicklung mitberücksichtigt.

## **2 Remanenzkosteneffekte beim Betrieb von technischer Infrastruktur**

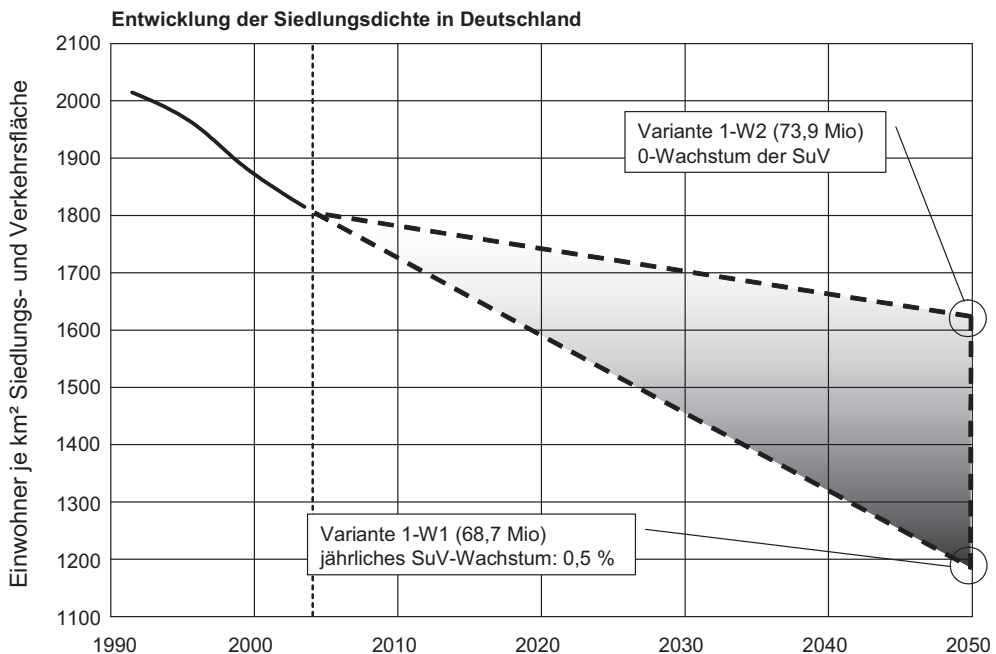
Die bisherige Diskussion um infrastrukturelle Folgekosten siedlungspolitischer Entscheidungen ist in hohem Maße auf die fiskalischen Wirkungen neuer Baugebiete fokussiert. Verviesen wird auf erhebliche Mehrkosten, die bei Unterschreitung bestimmter Dichteschwellen und bei einer dispersen Siedlungsentwicklung mit Siedlungserweiterungen in kleineren Gemeinden und Ortsteilen in Kauf genommen werden müssen (Gutsche, Stoul 2006; Salzburger Institut für Raumordnung & Wohnen 2007; VRS, Ökoconsult 2006; Ecoplan 2000). So berechtigt diese Diskussion ist, so leicht wird übersehen, dass die eigentliche Herausforderung in den Folgekosten des über Jahrzehnte gewachsenen Infrastrukturbestandes liegt. Wie einleitend ausgeführt wurde, führt die in den vergangenen Jahrzehnten kontinuierlich sinkende Siedlungsdichte dazu, dass die laufenden Betriebs-, Instandhaltungs- und Erneuerungsaufwendungen im Bestand auf immer weniger Nutzer umgelegt werden müssen (Herz et al. 2005; Schiller, Siedentop 2005; Siedentop 2006). Triebkräfte sinkender Siedlungsdichten sind

- die Neuausweisung von Bauflächen mit häufig geringen Nutzungsdichten,
- die anhaltende Verringerung der Haushaltsgrößen sowie die Erhöhung der individuellen Wohnflächenansprüche,
- der nicht nur vorübergehende Leerstand von Wohn- und Gewerbeflächen und

- der Rückbau von Gebäuden, ohne dass dies von einem Rückbau technischer Ver- und Entsorgungsnetze begleitet ist.

Allein zwischen 1992 und 2004 hat sich die Siedlungsdichte in Deutschland um 10 % reduziert und einfache Modellrechnungen können zeigen, dass selbst im Falle eines Nullwachstums der Siedlungs- und Verkehrsfläche eine weitere Reduktion der Siedlungsdichte nicht abwendbar ist (Abbildung 2). Bis 2050 müsste bei optimistischsten Annahmen zur Bevölkerungsentwicklung und einem unterstellten Nullwachstum mit einer Entdichtung in Höhe von weiteren 10 % gegenüber 2004 gerechnet werden. Bei stärkerer Schrumpfung der Bevölkerung und weiterhin anhaltendem Flächenverbrauch könnte hingegen ein Dichterückgang von über 30 % auftreten.

Abb. 2: Entwicklung der Siedlungsdichte bis 2050



Quelle: Eigene Darstellung basierend auf Daten des Statistischen Bundesamtes

Im Ergebnis dieses anhaltenden Prozesses lassen sich zwei eng miteinander verbundene Entwicklungen beobachten. Zum einen verringert sich die mittlere bauliche Dichte von städtischen Siedlungsräumen, zum anderen öffnet sich die Schere zwischen der baulichen Dichte und der Bevölkerungsdichte von Wohnquartieren. Gründerzeitliche Wohngebiete mit hohem Geschosswohnungsanteil haben ihre Bevölkerungsdichten seit Ende der 1950er Jahre in vielen Fällen halbiert. Kommen – wie dies in Ostdeutschland nicht selten der Fall ist – hohe Wohnungsleerstände hinzu, lassen sich Einwohnerdichten feststellen, die eher kleinstädtischen Siedlungsgebieten entsprechen (Schiller, Siedentop 2005).

Problemverschärfend wirkt der allgemeine Rückgang der Verbrauchsmengen. In vielen Gemeinden liegt die Auslastung der Trinkwasserleitungen heute nur noch bei 30 % der ursprünglichen Bemessungswerte (Shahrooz, Wendt-Schwarzburg 2007). Auch Abwasser- und Fernwärmeversorgungsnetze sind von spezifischen Verbrauchsrückgängen betroffen (Erler et al. 2002). Neben dem kurzfristig für die Versorger dringendsten Problem von Einnahmeausfällen aufgrund geringerer Gebühreneinnahmen kommen zusätzliche kurz- und mittelfristige Kosten infolge notwendiger betriebsbedingter Maßnahmen hinzu. Diese entstehen beispielsweise, wenn die Standzeiten in Trinkwassernetzen derart anwachsen, dass zusätzliche Spülungen der Netze erforderlich werden, um der Gefahr einer Verkeimung des Trinkwassers vorzubeugen. Ähnliches gilt für Abwasserrohre, wo bei zu geringen Durchflussmengen Spülungen gegen Geruchsbelästigungen und Ablagerungen in den Rohren durchgeführt werden müssen.

Die Ver- und Entsorgungswirtschaft selbst hat auf die originären Ursachen dieser Kostenspirale kaum Einflussmöglichkeiten und verfügt nur über begrenzte Möglichkeiten der Anpassung (siehe Tabelle 1). Der Rückbau von Leitungswegen ist aufgrund von Versorgungspflichten auch in Gebieten mit drastischen Rückgängen der Nutzerzahlen nur in seltenen Fällen eine realistische Option. Bisherige Erfahrungen im ostdeutschen Stadtumbauprozess zeigen, dass sich der Rückbau von Wohngebäuden meist dispers vollzieht. Der von Experten empfohlene flächenhafte Rückbau von Wohnbausubstanz mit dem kompletten Abriss ganzer Siedlungseinheiten und der damit möglichen Stilllegung der entsprechenden Infrastrukturabschnitte gelingt bislang nur in Ausnahmefällen. Der Abriss von mittlerweile über 300.000 Wohneinheiten in Ostdeutschland vollzog sich bei weitgehend unverändertem Leitungsbestand technischer Infrastrukturen, wenngleich dazu bislang kaum belastbare statistische Erkenntnisse vorliegen.

Tab. 1: Anpassungsfähigkeit stadttechnischer Infrastruktur

<b>Infrastruktur</b>	<b>Anpassungs- fähigkeit</b>	<b>Betriebstechnische Maßnahmen</b>	<b>Investive Maßnahmen (Umbau, Rückbau)</b>
Trinkwasser	schlecht	Netzänderung, Rohrnetzspülung, Druckstufenänderung	Reduzierung der Leitungsquerschnitte, Behälter, Druckerhöhungsanlagen
Abwasser	schlecht	Kanalreinigung	Querschnittsreduzierung, Entlastungsbauwerke
Elektroenergie	gut	Veränderung der Schalt- zustände	Kabel, Trafostationen
Gas	bedingt	Netzänderung, Druckstufenänderung	Leitungen, Druckregelungen
Fernwärme	schlecht	Änderung der Betriebsweise	Trassen, Wärmeübergabestationen, Reduzierung von 4- auf 2- Leitersysteme

Quelle: Herz et al. 2005: 11



Die Anpassungsoptionen der Ver- und Entsorgungswirtschaft verengen sich damit auf betriebliche Optimierungen wie die Reduzierung von Leitungsquerschnitten und sonstige bauliche Veränderungen, deren Wirkungen auf die Gesamtkosten der Leistungserbringung allerdings begrenzt sein dürften. Auch die in der öffentlichen Diskussion häufig angesprochene Option einer Dezentralisierung der Ver- und Entsorgung in ländlichen Gebieten mit hohen Bevölkerungsverlusten ist bei näherer Betrachtung kaum realistisch. Zwar zeigen Modellrechnungen, dass eine Umstellung von zentralen auf dezentrale Anlagen der Abwasserentsorgung bei Unterschreitung einer Bevölkerungsdichte von etwa 60 bis 80 Einwohner je km<sup>2</sup> wirtschaftlich wäre (Hawlik 2008). Die hohen Restbuchwerte der existierenden Abwassernetze in ländlichen Räumen – viele Netze sind erst in den vergangenen 10 bis 20 Jahren gebaut worden – zeigen einer Systemumstellung enge wirtschaftliche Grenzen auf.

Ab welchem Unterauslastungsgrad betriebstechnische oder bauliche Maßnahmen erfolgen müssen, ist bei den verschiedenen Medien der Stadttechnik unterschiedlich. Schätzungen gehen davon aus, dass bei der Abwasserentsorgung und Fernwärmeversorgung bereits bei einer Unterauslastungssituation von 20 bis 30 %, gemessen am Bemessungszustand (Netzauslegung), betriebstechnische Maßnahmen erforderlich sind. Deutlich robuster ist die Trinkwasser- und Stromversorgung, für die derartige Maßnahmen erst bei einer Unterauslastung von 60 bis 70 % erforderlich sind. Unterauslastungsgrade von 50 bis 60 % (Abwasser, Fernwärme, Gasversorgung) bzw. 70 bis 80 % (Trinkwasserversorgung, Stromversorgung) können darüber hinaus zu baulichen Maßnahmen zwingen (Herz et al. 2005; siehe auch Freudenberg, Koziol 2003: 64). Die Versorgungsunternehmen werden zukünftig sowohl mit erhöhten Betriebskostenaufwendungen als auch mit hohen Investitionsaufwendungen für den erforderlichen Umbau von Anlagen und Einrichtungen konfrontiert sein.

Als erstes Zwischenfazit kann festgestellt werden, dass der Bevölkerungsrückgang bereits kurz- und mittelfristig zu höheren spezifischen Kosten für technische Infrastrukturleistungen führt, wenn dieser mit einer erheblichen Abnahme der Siedlungsdichte einhergeht (Herz et al. 2005). Für die privaten Haushalte bedeutet ein solches Szenario steigende Gebührenbelastungen, da die Umlage nicht reduzierbarer Fixkosten auf eine geringere Anzahl von Verbrauchern erfolgen muss. Empirische Studien schätzen, dass sich der Anstieg der Pro-Kopf-Kosten in etwa proportional zum Rückgang der Siedlungsdichte bewegen wird (Siedentop et al. 2006a; Herz et al. 2002; Koziol 2004). Zukünftig werden demnach immer weniger Einwohner für immer stärker überdimensionierte Netze bezahlen müssen.

Da die Gebührenordnungen in der Regel keine an den realen standörtlichen Erbringungskosten von Ver- und Entsorgungsleistungen orientierte Gebührengestaltung vorsehen, kann es zudem zu einer sozial fragwürdigen Quersubventionierung zuungunsten städtisch geprägter Siedlungsräume kommen – die Bewohner städtisch geprägter Siedlungen höherer Dichte müssen die Mehrkosten disperser Nutzungsstrukturen als Steuer- und Gebührenzahler mittragen (Ecoplan 2000; Speir, Stephenson 2002: 65; Herz 2004: 17). Unter sozialen Gesichtspunkten ist dies vor allem deshalb zu hinterfragen, weil in diesen Gebieten zumeist höhere Einkommensgruppen wohnen, während in den effizienter zu versorgenden Gebieten schwächere Einkommensgruppen überrepräsentiert sind. In ländlichen Gebieten mit überdurchschnittlichen Schrumpfungproblemen und starker



Überdimensionierung stadttechnischer Netze werden bereits Stimmen laut, die „aus dem Ruder laufenden“ Gebühren für Trinkwasser und Abwasser mit öffentlichen Mitteln zu stabilisieren. Verwiesen sei hier beispielsweise auf den Schuldenhilfefonds Brandenburg. Im Ergebnis käme dies einer Doppelsubventionierung gleich, da der Ausbau der Netze in ländlichen Räumen – in Westdeutschland in den 1970er und 1980er Jahren, in Ostdeutschland in den 1990er Jahren – bereits mit hohem öffentlichen Mitteleinsatz erfolgte.

Vor diesem Hintergrund kommt der städtebaulichen Planung besondere Verantwortung zu. Zentrales Anliegen muss daher die Stabilisierung der Siedlungsdichte bzw. die Dämpfung des Entdichtungsprozesses sein. Dies kann bei stagnierender oder sinkender Bevölkerungszahl nur dadurch erreicht werden, dass in möglichst weitgehendem Maße auf Siedlungserweiterungen verzichtet wird und ein Rückbau nicht mehr nutzbarer Gebäudesubstanz samt ihrer technischen Infrastruktur erfolgt – ein Entwicklungspfad, von dem auch ostdeutsche Kommunen mit Stadtumbauerfahrungen heute noch sehr weit entfernt sind.

Die hohe Wirksamkeit städtebaulicher Planung zur Begrenzung von Remanenzkosten konnte mit Szenariorechnungen für die Region Havelland-Fläming aufgezeigt werden (Siedentop et al. 2006b; siehe auch Einig, Siedentop 2006). Dabei wurden zwei kontrastierende Entwicklungsszenarien im Hinblick auf die Kosten für technische Infrastrukturen (Straßenerschließung, Wasserversorgung, Abwasserentsorgung und Fernwärmeversorgung) in einem Zeithorizont bis 2020 verglichen. Im Ergebnis wurde festgestellt, dass bei einer „Trendentwicklung“ mit enormen Kostenzuwächsen der technischen Infrastruktur gerechnet werden muss. Verantwortlich dafür ist vor allem der Neubau von Wohngebieten auf der „grünen Wiese“ mitsamt der erforderlichen Ver- und Entsorgungsleitungen. Bei nahezu unverändertem Bevölkerungsbestand der Region bis 2020 würden dadurch die Pro-Kopf-Kosten im Trendszenario um fast ein Fünftel steigen. Demgegenüber könnten die Kosten durch eine stärker bestandsorientierte Entwicklung stabilisiert werden, bei der ein Großteil des Neubauvolumens im Innenbereich und damit ohne Neubauerfordernisse stadttechnischer Leitungen bewältigt würde.

Neben städtebaulichen Maßnahmen sind auch die Betreiber stadttechnischer Netze herausgefordert, Remanenzkosteneffekten entgegenzutreten. In Tabelle 1 wurden bereits verschiedene technische Maßnahmen genannt, die im Sinne einer „Re-Dimensionierung“ der Infrastruktur ergriffen werden können. Mittel- bis langfristig stellt sich in Gebieten mit erheblichen Effizienzverlusten als Folge des Bevölkerungsrückgangs auch die Frage eines Umbaus der Netze zugunsten dezentraler Ver- und Entsorgungstechnologien (siehe z. B. Kluge, Scheele 2008). Darüber hinaus sollte in Zukunft auch darüber nachgedacht werden, gerechtere Gebührensysteme einzuführen, die Quersubventionsmechanismen vermeiden. Denkbar wären Zonentarife, bei denen sich die Höhe der Gebühren an den realen Standortkosten (der Ver- und Entsorgung) orientieren. Mit einem solchen Instrument wären aber zweifelsohne massive sozialpolitische und auch städtebauliche Wirkungen verbunden, die sorgfältig abzuwägen sind. Einfacher durchsetzbar wäre wohl die Überwindung der derzeitigen Tariflogik – geringer Grundpreis und hoher Mengenpreis – zugunsten eines Systems mit einem an den Netzkosten orientiertem Grundpreis, welcher durchaus dichtebezogen gestaffelt sein kann („Stadttarif“, „Landtarif“), und einem verbrauchsabhängigen Mengenpreis, dessen Gestaltung sich an den Kosten der zentralen Komponenten wie der Kläranlage oder dem Wasserwerk orientiert (siehe hierzu Gutsche et al. 2009: 254).

### 3 Entdichtung der Siedlungsstruktur – Modellrechnungen bis 2020

Die oben begründete Betonung der Siedlungsdichte als Schlüsselgröße für die Einschätzung der Effizienz technischer Ver- und Entsorgung legt es nahe, gegenwärtige und zukünftig mögliche Entwicklungen der Siedlungsstruktur im Hinblick auf die Veränderung der Siedlungsdichte zu hinterfragen. Dazu werden alternative Modellrechnungen durchgeführt, die nicht nur eine globale Betrachtung auf Bundesebene, sondern auch eine regionalisierte Abschätzung des Ausmaßes zukünftig zu erwartender Entdichtung ermöglichen. Gegenübergestellt werden ein „Trendszenario“, welches einen anhaltend hohen Flächenverbrauch annimmt und ein Reduktionsszenario, in welchem die Erreichung des 30-Hektar-Ziels unterstellt wird (Szenario „30-Hektar“). Zieljahr beider Szenarien ist das Jahr 2020. Die bundesweiten Modellrechnungen basieren auf Kreisdaten zur Bevölkerung und Siedlungs- und Verkehrsfläche. Annahmen über die Bevölkerungsentwicklung bis 2020 entstammen der regionalisierten Bevölkerungsprognose des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung (BBR 2006).

Die Modellrechnungen basieren auf folgenden Annahmen:

- Beim Trendszenario wurde angenommen, dass sich die zu Beginn dieser Dekade realisierte Flächeninanspruchnahme bis 2020 unvermindert fortsetzt. Als Referenzzeitraum wurden die Jahre 2000 bis 2004 verwendet. In diesem Zeitraum wurden bundesweit durchschnittlich etwa 115 Hektar Siedlungs- und Verkehrsfläche pro Tag in Anspruch genommen.
- Bei der Erreichung des 30-Hektar-Ziels wird von einer linearen Reduktion mit jährlich gleichen Reduktionsbeiträgen der neu ausgewiesenen Siedlungs- und Verkehrsfläche ausgegangen. Das auf diese Weise berechnete bundesweite Ausweisungskontingent wurde bevölkerungsproportional auf die kreisfreien Städte und Landkreise verteilt, d. h. jeder Kreis partizipiert am „Bundeskontingent“ in Höhe seiner aktuellen Bevölkerungszahl.
- Da eine bevölkerungsproportionale Inanspruchnahme des (regionalisierten) SuV-Kontingents durch die jeweiligen Kreise und kreisfreien Städte mit schrumpfender Bevölkerungszahl möglicherweise nicht realistisch ist, wurde eine weitere Variantenrechnung durchgeführt, bei der das auf die Landkreise und kreisfreien Städte umgelegte SuV-Kontingent in Abhängigkeit der bis 2020 erwarteten Siedlungsentwicklung angepasst wurde. Dies wurde mit einem Faktor vorgenommen, der sich über die prozentuale Bevölkerungsveränderung zwischen 2000 und 2020 errechnet. Kreise und kreisfreie Städte mit wachsender oder schrumpfender Bevölkerungszahl bekommen im Modell auf diese Weise ein proportional höheres bzw. niedrigeres SuV-Kontingent zugewiesen.

Zur Erzeugung regionalisierter Karten wurde das im Geoinformationssystem Arc-GIS implementierte Interpolationswerkzeug Kernel Density eingesetzt. Dieses ermöglicht die Darstellung von Dichteniveaus auf einer kontinuierlichen Oberfläche. Als Stützpunkte werden die mit Hilfe des GIS berechneten Kreismittelpunkte herangezogen. Der Suchradius ist variabel – hier wurde ein 50-km-Radius verwendet und die Projektionsfläche bildet ein 10-km-Raster. Für jede Rasterzelle wird somit die aus den Eingabeparametern (Bevölkerungsentwicklung, Entwicklung der Siedlungs- und Verkehrsfläche) resultierende Veränderung der Siedlungsdichte als ein über einen 50-km-Radius gemittelten Wert dargestellt.

An dieser Stelle sollen zunächst die Globalergebnisse beider Szenarien diskutiert werden (siehe Tabelle 2). Ein Fortschreiten der Flächeninanspruchnahme auf einem Niveau, welches zu Beginn dieser Dekade festgestellt wurde, würde einen Rückgang der Siedlungsdichte im Bundesgebiet um etwa 13 % gegenüber dem Stand 2004 bedeuten. Bemerkenswert ist, dass auch bei Erreichung des 30-Hektar-Ziels ein Dichterückgang um fast 10 % in Kauf genommen werden müsste. Die angenommene lineare Reduktion der Neuinanspruchnahme von Siedlungs- und Verkehrsflächen würde über den Gesamtzeitraum eine mittlere jährliche Flächeninanspruchnahme von etwa 65 Hektar ermöglichen. Die für 2020 erwartete Siedlungsdichte würde bei etwa 15,7 Einwohnern je Hektar Siedlungs- und Verkehrsfläche im Trendszenario und 16,5 Einwohnern je Hektar im Szenario 30-Hektar liegen.

Tab. 2: Globalgrößen der beiden Szenarien „Trend“ und „30-Hektar“

	Szenario	
	Trend	30-Hektar
Flächeninanspruchnahme im Zeitraum 2004 – 2020 (Hektar)	671.600	407.900
Zunahme der SuV-Fläche zwischen 2004 und 2020 (in Prozent)	14,7	8,9
Siedlungsdichte im Jahr 2020 (Einwohner je ha SuV)	15,7	16,5
Veränderung der Siedlungsdichte bis 2020 (in Prozent)	-13,3	-9,5

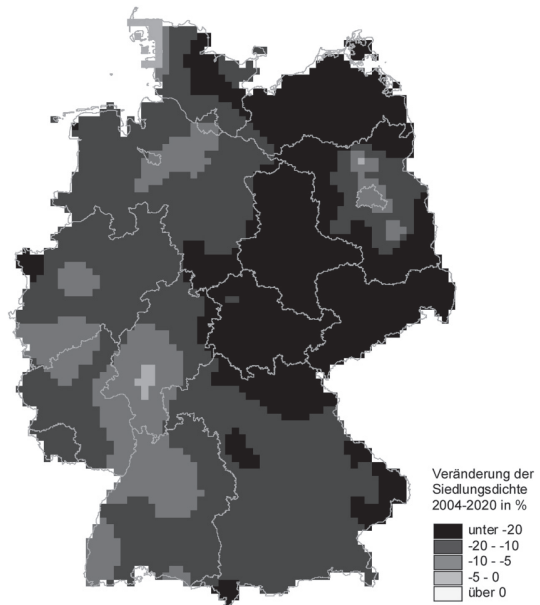
Quelle: Eigene Berechnungen und Darstellung

Die Abbildungen 3 und 4 zeigen die Ergebnisse der Modellrechnungen als prozentualen Dichterückgang zwischen 2004 und 2020. Das Trendszenario zeigt deutliche Dichteverluste in Höhe von mehr als 20 % vor allem in Ostdeutschland. Aber auch in großen Teilen Westdeutschlands müsste bei unvermindert hoher Flächeninanspruchnahme mit Einbrüchen bei der Siedlungsdichte zwischen 10 und 20% gerechnet werden. Nur wenige westdeutsche Agglomerationsräume und der Raum Berlin hätten etwas moderatere Dichteverluste.

Auch im nicht „demographie-angepassten“ Szenario „30-Hektar“ müssten große Teile Ostdeutschlands mit erheblichen Rückgängen der Siedlungsdichte rechnen. Ursache ist die bevölkerungsproportionale Umlegung des bundesweiten Flächenausweisungsvolumens auf die Landkreise und kreisfreien Städte. Bei hohen Bevölkerungsverlusten – dies betrifft vor allem ostdeutsche Regionen – errechnen sich naturgemäß starke Dichteverluste. Zunächst verwunderlich erscheint, dass Teile Westdeutschlands (vor allem das Ruhrgebiet) im Szenario „30-Hektar“ stärkere Dichteverluste aufweisen als im Trendszenario. Dies liegt daran, dass bei einer bevölkerungsproportionalen Umlegung des bundesweiten „30-Hektar-Kontingents“ einige Landkreise und kreisfreie Städte höhere SuV-Ausweisungen realisieren würden als im Trendszenario.

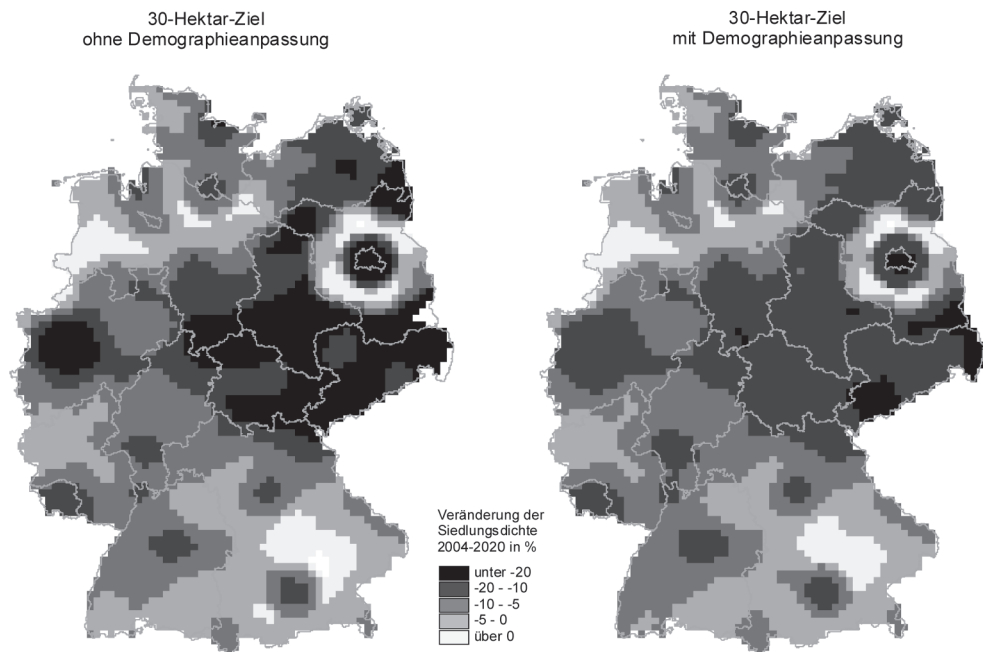
Im „demographie-angepassten“ Szenario liegt der Rückgang der Siedlungsdichte in den ostdeutschen Schrumpfsregionen in einem deutlich moderateren Bereich. Dennoch verdeutlichen die Ergebnisse, dass auch bei Erreichung des 30-Hektar-Ziels mit regional gravierenden Einbußen der Bevölkerungsdichte gerechnet werden muss. Wie hoch diese Einbußen ausfallen, hängt im Modell vor allem vom gewählten Verteilungsschlüssel des bundesweiten SuV-Kontingents ab. Würde angenommen, dass sich in Regionen mit stark rückläufiger Bevölkerungsentwicklung keine weitere Inanspruchnahme von Siedlungs- und Verkehrsfläche ereignen würde, so wäre die Flächeninanspruchnahme – und damit der Dichteverlust – in den übrigen, demographisch noch wachsenden Regionen entsprechend höher.

Abb. 3: Prozentuale Veränderung der Siedlungsdichte bis 2020 – Ergebnisse der Modellrechnungen im Szenario „Trend“



Quelle: Eigene Darstellung auf Basis von Daten der Statistischen Landesämter und des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung

Abb. 4: Prozentuale Veränderung der Siedlungsdichte bis 2020 – Ergebnisse der Modellrechnungen im Szenario „30-Hektar“



Quelle: Eigene Darstellung auf Basis von Daten der Statistischen Landesämter und des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung

## 4 Dichteziel statt Mengenziel?

Die oben diskutierten Ergebnisse der Modellrechnungen legen eine gravierende Schwäche des 30-Hektar-Reduktionsziels offen, denn dieses Ziel wurde ohne Bezugnahme auf die demographische Entwicklung der Bundesrepublik formuliert. Verstetigt sich der gegenwärtig beobachtete Trend eines deutlich früher einsetzenden Rückgangs der Bevölkerungszahl Deutschlands als dies die Prognosen des BBR und der Statistischen Ämter annehmen, so gibt das 30-Hektar-Ziel zweifelsohne einen zu weitreichenden Ausweisungsrahmen vor. Die Neuausweisung von über 400.000 Hektar Siedlungs- und Verkehrsfläche bei rückläufiger Bevölkerungsentwicklung bis 2020 würde alle Bemühungen um eine kostenorientierte Stabilisierung der Effizienz technischer Infrastrukturen konterkarieren. Im allerdings unwahrscheinlichen Fall von Bevölkerungszuwächsen in relevanter Höhe – z. B. infolge höherer Zuwanderung und einer ansteigenden Geburtenrate – wäre dagegen das Ziel möglicherweise zu restriktiv angelegt.

Zu empfehlen ist daher die Formulierung eines Mengenziels zur Begrenzung des Flächenverbrauchs, welches die demographische Entwicklung explizit berücksichtigt. Denkbar wäre beispielsweise die Zielfestlegung, wonach die derzeitige Siedlungsdichte nicht unterschritten werden sollte. Einen solchen Weg hat die Schweiz eingeschlagen, deren Nachhaltigkeitsstrategie das Ziel einer Stabilisierung der Siedlungsfläche pro Einwohner auf dem derzeitigen Stand von etwa 400 m<sup>2</sup> enthält (Schweizerischer Bundesrat 2002; siehe auch Baumgartner 2004: 11). Gegenüber einer rein siedlungsflächenbezogenen Bemessung eines Reduktionsziels hat die Vorgabe eines „Dichteziels“ offensichtliche Vorteile. Bei Bevölkerungswachstum eröffnet sich ein höherer Ausweisungsrahmen, während bei sinkender oder stagnierender demographischer Entwicklung die weitere Ausdehnung der Siedlungsflächen stark begrenzt werden müsste.

Bezogen auf die Bundesrepublik stellt Tabelle 3 mögliche Implikationen bei alternativen Dichtezielen dar. Derzeit entfallen in Deutschland auf einen Einwohner etwa 550 m<sup>2</sup> Siedlungs- und Verkehrsfläche (Siedlungsflächenausstattung). Würde dieser Wert als Zielwert für das Jahr 2020 festgeschrieben, so würde der mögliche Ausweisungsrahmen bei der positivsten Bevölkerungsprognose des Statistischen Bundesamtes – welche einen Anstieg der Bevölkerungszahl auf etwa 84 Millionen Einwohner bis 2020 unterstellt – bei lediglich 20 Hektar pro Tag bis zum Jahr 2020 liegen. Gemessen am 30-Hektar-Reduktionsziel (linearer Reduktionspfad) entspräche dies einer tolerierten Flächeninanspruchnahme von weniger als einem Drittel. Würde die Bevölkerungszahl hingegen gemäß der pessimistischsten Variante sinken, wäre der Flächenausweisungsrahmen sogar negativ. In diesem Fall müssten streng genommen Siedlungsflächen in Freiflächen rückgewidmet bzw. rückgebaut werden. Würde das Ausstattungsziel auf 600 m<sup>2</sup> je Einwohner angehoben, läge der mögliche Ausweisungsrahmen zwischen 47 und 86 Hektar pro Tag je nach der unterstellten Bevölkerungsentwicklung, was in etwa dem quantitativen Niveau des 30-Hektar-Reduktionsziels entspricht. Letzteres lässt im Falle eines linearen Reduktionspfades (siehe oben) eine mittlere Flächeninanspruchnahme von 65 Hektar pro Tag zu.

Würde hingegen eine am Ziel einer Erhöhung der Infrastruktureffizienz orientierte Verdichtung der Siedlungsstruktur angestrebt – operationalisiert über ein Dichteziel von 500 m<sup>2</sup> je Einwohner – so müssten in erheblichem Umfang Brachflächen und untergenutzte Siedlungsflächen rückgebaut werden (siehe Tabelle 3).

Tab. 3: Alternative Reduktionsziele und ihre Implikationen für den möglichen Ausweisungsrahmen

Zielkriterium	Bevölkerungs- prognose bis 2020 [EW]	zulässige Flächen- inanspruch- nahme 2004 bis 2020 [km <sup>2</sup> ]	zulässige Flächen- inanspruch- nahme 2004 bis 2020 [Hektar pro Tag]
30-Hektar-Reduktionsziel (lineare Reduktion)	—	4.025	65
Stabilisierung der SuV pro Kopf bei 550 m <sup>2</sup> je Einwohner (2020)	unterste Variante (80.048.400)	-1.063	-17
	oberste Variante (84.070.200)	1.237	20
Stabilisierung der SuV pro Kopf bei 600 m <sup>2</sup> je Einwohner (2020)	unterste Variante (80.048.400)	2.940	47
	oberste Variante (84.070.200)	5.352	86
Reduktion der SuV pro Kopf auf 500 m <sup>2</sup> je Einwohner (2020)	unterste Variante (80.048.400)	-5.066	-82
	oberste Variante (84.070.200)	-3.055	-49

Quelle: Eigene Berechnungen

Wenngleich ein Rückbau von Siedlungsflächen in maßgeblichem Umfang allein aus eigentumsrechtlichen Gründen sicherlich unrealistisch ist, so kann doch die Entdichtung der Siedlungsstruktur durch eine konsequente Innenentwicklung begrenzt werden. Eine Stabilisierung der Siedlungsdichte zwischen 550 m<sup>2</sup> und 600 m<sup>2</sup> erscheint für Deutschland durchaus als ein erreichbares Ziel. Dazu müssten allerdings die Bemühungen zur Konzentration der Neubautätigkeit im Innenbereich der Städte und Gemeinden deutlich intensiviert werden.

## 5 Ausblick

Befindet sich Deutschland in der Remanenzkostenfalle? Zweifelsohne wird die Pro-Kopf-Kostenbelastung für technische Infrastrukturleistungen in Regionen mit starken Bevölkerungsrückgängen steigen. Dieser Kostenanstieg kann aber begrenzt werden, wenn eine städtebauliche Entwicklung gelingt, die die Nachfrage nach baulichen Nutzflächen zu weiten Teilen in Bestandsgebiete lenkt und die Neuinanspruchnahme von Flächen für Siedlungs- und Verkehrszwecke minimiert. Eine solche Entwicklung wäre geeignet, die Auslastung existierender Infrastrukturnetze und -anlagen zu erhöhen oder zumindest zu stabilisieren. Hinzu treten muss ein Stadtumbau, der nicht nur den Rückbau ungenutzter Gebäudesubstanz, sondern auch einen gezielten Rückbau netzgebundener Infrastrukturen ermöglicht (Koziol, Walther 2006). Kommunen mit hohen Bevölkerungsverlusten stehen



dabei vor der Herausforderung, langfristig stabilisierbare Siedlungskerne zu identifizieren und dies zum inhaltlichen Rückgrat ihrer Stadtumbauüberlegungen auszugestalten. Dies ist ein politisch zweifelsohne schwieriger, gleichwohl aber alternativloser Weg.

Die enge inhaltliche Kopplung von Stadtentwicklungsplanung, Stadtumbau und Infrastrukturmanagement erzwingt auch ein engeres Zusammenarbeiten von Stadtplanung und der Versorgungswirtschaft. Die Unternehmen der Ver- und Entsorgungswirtschaft sollten von Anfang an in die Konzeptionierung von Stadtentwicklungs- und Stadtumbaumaßnahmen eingebunden werden, anstatt wie bislang als „exekutive Gewalt“ mit finalen Strategie- und Standortentscheidungen der Stadtentwicklungsplanung konfrontiert zu werden. Dies erfordert in Planungsämtern zweifelsohne auch eine neue Planungskultur.

### Literatur

- Baumgartner, F. (2004): Raumentwicklung auf Kredit. Die bisherige Siedlungsentwicklung ist nicht finanzierbar. In: PlanerIn 2004 (1), 10-14.
- BBR – Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (2006): Raumordnungsprognose 2020/2050. = Berichte 23. Bonn.
- Ecoplan (2000): Siedlungsentwicklung und Infrastrukturkosten. Gutachten im Auftrag des Bundesamtes für Raumentwicklung, des Staatssekretariats für Wirtschaft und des Amtes für Gemeinden und Raumordnung des Kantons Bern. Bern.
- Einig, K. (2008): Regulierung der Daseinsvorsorge als Aufgabe der Raumordnung im Gewährleistungsstaat. In: Informationen zur Raumentwicklung 2008 (1-2), 17-40.
- Einig, K.; Siedentop, S. (2006): Infrastrukturkostenrechnung. Eine Methodik zur Folgekostenabschätzung in der Regionalplanung. In: Raumplanung 126/127, 115-119.
- Erlor, F.; Wittwer, R.; Mann, S.; Wolf, M. (2002): Anpassungs- und Rückbauplanung von Erschließungsanlagen beim Rückbau von Plattenbauten im Wohngebiet Otto-Dix-Ring in Dresden-Reick. Erschließungsplanungsprojekt SoSe 2002, Institut für Stadtbauwesen und Straßenbau, TU Dresden.
- Freudenberg, D.; Koziol, M. (2003): Anpassung der technischen Infrastruktur beim Stadtumbau – Arbeitshilfe. Fachbeiträge zu Stadtentwicklung und Wohnen im Land Brandenburg. Frankfurt/Oder.
- Gutsche, J.-M. (2006): Soziale Infrastrukturen: Anpassungsfähigkeit und Remanenzkosten bei Nachfrageveränderungen. Modellrechnungen für die Planungsregion Havelland-Fläming. In: Informationen zur Raumentwicklung 2006 (5), 271-280.
- Gutsche, J.-M.; Stoul, D. (2006): Kurz-, mittel- und langfristige Kosten der Baulanderschließung für die öffentliche Hand, die Grundstücksbesitzer und die Allgemeinheit. Unterschiede zwischen Wohnbaulandausweisungen auf Brachen und der „grünen Wiese“ und Einfluss der städtebaulichen Dichte dargestellt an Beispielstandorten im Stadt-Umland-Bereich Husum. Hamburg.
- Gutsche, J.-M.; Schiller, G.; Siedentop, S. (2009): Von der Außen- zur Innenentwicklung in Städten und Gemeinden – Das Kostenparadoxon der Baulandentwicklung. Abschlussbericht, Förderkennzeichen 203 16 123/02. = UBA Texte 31/2009. [http://www.umweltbundesamt.de/uba-info-medien/mysql\\_medien.php?anfrage=Kennnummer&Suchwort=3858](http://www.umweltbundesamt.de/uba-info-medien/mysql_medien.php?anfrage=Kennnummer&Suchwort=3858) (16.02.2010).
- Hawlik, J. (2008): Bewertung von zentralen und dezentralen Entwässerungslösungen im ländlichen Raum im Hinblick auf den demographischen Wandel. Diplomarbeit in der Fakultät Bauingenieur- und Umweltwissenschaften der Universität Stuttgart. Stuttgart.



- Herz, R. (2004): Szenarien der Stadtentwicklung und ihre Auswirkungen auf die technischen Infrastruktursysteme. In: Herz, R. (Hrsg.): Beiträge zum 5. Kolloquium Stadtbauwesen zum Thema „Stadtumbau und Anpassung der Wärmeversorgungssysteme“. Tagungsband. Dresden, 7-18.
- Herz, R.; Werner, M.; Marschke, L. (2002): Anpassung der technischen Infrastruktur. In: BMVBW - Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen (Hrsg.): Fachdokumentation zum Bundeswettbewerb „Stadtumbau Ost“. Expertisen zu städtebaulichen und wohnungswirtschaftlichen Aspekten des Stadtumbaus in den neuen Ländern. Berlin, 50-60.
- Herz, R.; Marschke, L.; Schmidt, T. (2005): Stadtumbau und Stadttechnik (Teil 1). In: wwv Wasserwirtschaft Wassertechnik 2005 (17), 8-12.
- Kluge, T.; Scheele, U. (2008): Von dezentralen und zentralen Systemen und wieder zurück? Räumliche Dimensionen des Transformationsprozesses in der Wasserwirtschaft. In: Moss, T. et al. (Hrsg.): Infrastrukturnetze und Raumentwicklung. Zwischen Universalisierung und Differenzierung. München, 143-172.
- Koziol, M. (2004): Folgen des demographischen Wandels für die kommunale Infrastruktur. In: Deutsche Zeitschrift für Kommunalwissenschaften 2004 (1), 69-83.
- Koziol, M.; Walther, J. (2006): Ökonomische Schwellenwerte bei der Rücknahme von technischer Infrastruktur in der Stadt. In: Informationen zur Raumentwicklung 2006 (5), 259-269.
- Marschke, L. (2004): Stadttechnik im Umbauprozess: Probleme und Lösungsansätze. In: Herz, R. (Hrsg.): Beiträge zum 5. Kolloquium Stadtbauwesen zum Thema „Stadtumbau und Anpassung der Wärmeversorgungssysteme“. Tagungsband. Dresden, 79-86.
- Salzburger Institut für Raumordnung & Wohnen (2007): Infrastrukturkostenstudie Salzburg. Zusammenhänge von Bebauungsart und -dichte sowie Erschließungskosten. Salzburg.
- Sharooz, M.; Wendt-Schwarzburg, H. (2007): Perspektivwechsel und Strategieansätze für die kommunale Wasserwirtschaft. In: Kommunalwirtschaft 2007 (03), 161-166.
- Schiller, G.; Siedentop, S. (2005): Infrastrukturfolgekosten der Siedlungsentwicklung unter Schrumpfbedingungen. In: disP – The Planning Review 160, 83-93.
- Schweizerischer Bundesrat (2002): Strategie Nachhaltige Entwicklung 2002. <http://www.are.admin.ch/themen/nachhaltig/02519/03697/index.html?lang=de> (16.02.2010).
- Siedentop, S. (2006): Zum siedlungsstrukturellen Einfluss auf die Kosten der technischen Infrastruktur. In: DASL – Deutsche Akademie für Städtebau und Landesplanung (Hrsg.): Was die Stadt im Innersten zusammenhält. Stadtentwicklung als Gemeinschaftsaufgabe. Almanach 2005/2006. Berlin, 297-303.
- Siedentop, S.; Schiller, G.; Gutsche, J.-M.; Koziol, M.; Walther, J. (2006a): Siedlungsentwicklung und Infrastrukturfolgekosten. Bilanzierung und Strategieentwicklung. = BBR-Online Publikation 3/2006. urn:nbn:de:0093-ON0306R116.
- Siedentop, S.; Schiller, G.; Gutsche, J.-M.; Koziol, M.; Walther, J. (2006b): Infrastrukturkostenrechnung in der Regionalplanung. Ein Leitfaden zur Abschätzung der Folgekosten alternativer Bevölkerungs- und Siedlungsszenarien für soziale und technische Infrastrukturen. = BMVBS, BBR Werkstatt: Praxis 43. Bonn.
- Speir, C.; Stephenson, K. (2002): Does Sprawl cost us all? Isolating the Effects of Housing Patterns on Public Water and Sewer Costs. In: Journal of the American Planning Association 68 (1), 56-70.
- VRS – Verband Region Stuttgart; Ökoconsult (2006): Neubaugebiete und demografische Entwicklung – Ermittlung der fiskalisch besten Baulandstrategie für die Kommunen in der Region Stuttgart. Stuttgart.